



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

● **Offenlegungsschrift** ●  
⑩ **DE 100 40 977 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 01 M 8/02**

⑦1 Aktenzeichen: 100 40 977.6  
⑦2 Anmeldetag: 22. 8. 2000  
④3 Offenlegungstag: 5. 4. 2001

DE 100 40 977 A 1

③0 Unionspriorität:  
11-274139 28. 09. 1999 JP

⑦1 Anmelder:  
Kabushiki Kaisha Toyoda Jidoshokki Seisakusho,  
Kariya, Aichi, JP

⑦4 Vertreter:  
HOEGER, STELLRECHT & PARTNER  
PATENTANWÄLTE GBR, 70182 Stuttgart

⑦2 Erfinder:  
Mori, Hidefumi, Kariya, Aichi, JP; Ban, Takashi,  
Kariya, Aichi, JP; Kawaguchi, Ryuta, Kariya, Aichi,  
JP

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle

⑤7 Es wird eine Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle vorgeschlagen, umfassend einen Kompressionsmechanismus-Teil C vom Verdränger-Typ, der mit einer Zuführungsseite für ein sauerstoffhaltiges Gas einer Brennstoffzelle F verbunden ist, und einen Regenerativmechanismus-Teil E vom Verdränger-Typ, der mit einer Abgas-Austrittsseite der Brennstoffzelle F verbunden ist. Eine von dem Kompressionsmechanismus-Teil C definierte, geschlossene Kompressionskammer 14 und eine von dem Regenerativmechanismus-Teil E definierte, geschlossene Regenerativkammer 24 weisen ein Volumenverhältnis von 1,25 bis 3 auf.

DE 100 40 977 A 1

**BEST AVAILABLE COPY**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle zur Verwendung in einem Brennstoffzellensystem.

Eine Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle ist mit einer Brennstoffzelle in einem Brennstoffzellensystem für ein Fahrzeug verbunden, wie zum Beispiel in der japanischen Offenlegungsschrift (Kokai) Nr. 7-14599 beschrieben. Allgemein weisen Brennstoffzellen ein Paar von Separatoren auf, die auf beiden Seiten einer Elektrolytschicht angeordnet sind. Diese Separatoren sind mit Zuführungsrillen versehen, die der Zufuhr eines Brennstoffs und eines sauerstoffhaltigen Gases dienen. Einer der Separatoren führt einen Wasserstoff enthaltenden Brennstoff zu, der andere Separator ein Sauerstoff enthaltendes Gas, zum Beispiel Luft. Dadurch tritt infolge der zwischen dem Wasserstoff und dem Sauerstoff stattfindenden chemischen Reaktion Elektronenbewegung auf, die einen elektrischen Strom hervorruft. Eine Brennstoffzuleitung und eine Luftzuleitung sind an die Aufstromseite einer derartigen Brennstoffzelle angeschlossen, um den Brennstoff bzw. die Luft zuzuführen. Die Luftzuleitung ist zur Atmosphäre hin offen über einen Verdichter, der von einem Motor angetrieben wird. Der Verdichter bringt Luft aus der Atmosphäre auf einen vorbestimmten höheren Druck und führt die Luft der Brennstoffzelle zu. Eine Abluftleitung ist mit der Abstromseite der Brennstoffzelle verbunden, um – nachdem der Luft im Inneren der Brennstoffzelle Sauerstoff entzogen wurde – das Abgas in die Atmosphäre entweichen zu lassen. Ein Regenerator, der mit der Abluftleitung verbunden ist, unterstützt den den Verdichter antreibenden Motor durch Ausnutzung der Energie, die bei der Expansion des Abgases in dem Regenerator frei wird. Bei dieser Art von Brennstoffzelleneinrichtung sind der Verdichter und der Regenerator separat ausgeführt. Bei diesem Brennstoffzellensystem sind der Verdichter und der Regenerator so gestaltet, daß ihr Antrieb durch dieselbe Antriebsquelle erfolgen kann.

An dem herkömmlichen Brennstoffzellensystem ist aber das Volumenverhältnis zwischen einer geschlossenen Kompressionskammer, definiert durch den Verdichter, und einer geschlossenen Regenerativkammer, definiert durch den Regenerator, noch nicht untersucht worden. Es war daher bislang nicht leicht, eine hohe Energieerzeugungsleistung der Brennstoffzelle aufrechtzuerhalten, und ihre derzeitigen Herstellungskosten sind hoch.

Die Brennstoffzelle erzeugt Strom aufgrund der Reaktion zwischen dem Wasserstoff im Brennstoff und dem Sauerstoff in dem sauerstoffhaltigen Gas, wie im vorstehenden beschrieben. Wenn die Differenz zwischen dem Druck des Brennstoffs und dem Druck des Sauerstoff enthaltenden Gases – in Abhängigkeit von dem Volumenverhältnis von Kompressionskammer zu Regenerativkammer – groß wird, dann wirkt eine große Last auf die Elektrolytschicht im Brennstoffzelleninneren, mit Bruchgefahr für die Elektrolytschicht. Ein Problem, das mit der herkömmlichen Brennstoffzelleneinrichtung einhergeht, ist daher ihre Dauerhaftigkeit.

Um den Druck des Brennstoffs und den Druck des sauerstoffhaltigen Gases in dem Brennstoffzellensystem innerhalb eines geeigneten Bereichs gleichbleibend zu halten, besteht prinzipiell die Möglichkeit, entweder den Druck des Brennstoffs oder den Druck des sauerstoffhaltigen Gases anzupassen, um so die auf die Elektrolytschicht wirkende Belastung zu mindern. Die Hinzunahme von Mitteln zum Anpassen des Drucks des Brennstoffs ist allerdings damit verbunden, daß die Mittel große Abmessungen haben werden, weil der Wasserstoff im allgemeinen durch die chemische

Zersetzung des Brennstoffs, wenn es sich um Erdgas, Methanol oder dergleichen handeln kann, verfügbar gemacht wird. Es ergeben sich somit hohe Herstellungskosten für das Brennstoffzellensystem. Wendet man die Anpassung des Drucks des sauerstoffhaltigen Gases an, so wird es unmöglich, den Sauerstoff in die Brennstoffzelle zu speisen, wenn sein Druck merklich sinkt. In jedem Fall wird es nicht gelingen, eine hohe Energieerzeugungsleistung des Brennstoffzellensystems aufrechtzuerhalten.

In Anbetracht der im vorstehenden beschriebenen Problematik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle bereitzustellen, mit der hohe Dauerhaftigkeit erzielt werden kann, und zwar unter Aufrechterhaltung einer hohen Energieerzeugungsleistung des Brennstoffzellensystems, und erhöhte Herstellungskosten vermieden werden können.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird eine Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle bereitgestellt, welche einen Kompressionsmechanismus-Teil vom Verdrängertyp aufweist, der mit einer Zuführungsseite für sauerstoffhaltiges Gas einer Brennstoffzelle verbunden ist, und einen Regenerativmechanismus-Teil vom Verdrängertyp, der mit einer Abgasabführungsseite der Brennstoffzelle verbunden ist, wobei eine geschlossene Kompressionskammer, definiert durch den Kompressionsmechanismus-Teil, und eine geschlossene Regenerativkammer, definiert durch den Regenerativmechanismus-Teil, ein Volumenverhältnis von 1,25 bis 3 aufweisen.

Diese Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle umfaßt einen Kompressionsmechanismus-Teil zum Zuführen eines Sauerstoff enthaltenden Gases zu einer Brennstoffzelle, der mit einer Zuführungsseite für ein sauerstoffhaltiges Gas der Brennstoffzelle verbunden ist, und einen Regenerativmechanismus-Teil zum Expandieren des aus der Brennstoffzelle abgeführten Abgases, der mit einer Abgasabführungsseite der Brennstoffzelle verbunden ist.

Die betreffenden Erfinder haben über Versuche ein Volumenverhältnis zwischen der Kompressionskammer und der Regenerativkammer aus einem bevorzugten Bereich des Drucks des der Brennstoffzelle zuzuführenden sauerstoffhaltigen Gases entdeckt. Nach diesen Versuchen beträgt das Volumenverhältnis des Volumens A (cm<sup>3</sup>) der durch den Kompressionsmechanismus-Teil definierten, geschlossenen Kompressionskammer zu dem Volumen B (cm<sup>3</sup>) der durch den Regenerativmechanismus-Teil definierten, geschlossenen Regenerativkammer

(A/B) = 1,25 bis 3.

Bei der erfindungsgemäßen Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle fällt das Volumenverhältnis zwischen der Kompressionskammer und der Regenerativkammer in diesen Bereich. Daher wird die Differenz zwischen dem Druck des Brennstoffs und dem Druck des sauerstoffhaltigen Gases klein, auf die Elektrolytschicht im Inneren der Brennstoffzelle wirkt keine große Last und eine Schädigung der Elektrolytschicht kann vermieden werden. Es wird hierbei der Druck des sauerstoffhaltigen Gases nicht merklich gesenkt. So wird es möglich, der Brennstoffzelle eine ausreichende Menge an Sauerstoff zuzuführen und eine hohe Energieerzeugungsleistung des Brennstoffzellensystems aufrechtzuerhalten.

Die erfindungsgemäße Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle reguliert den Druck des Sauerstoff enthaltenden Gases, ohne den Druck des Brennstoffs regulieren zu müssen, was eine groß bauende Anordnung verlangen würde. Dadurch läßt sich die Brennstoffzellenein-

richtung kostengünstiger ausführen.

Die erfindungsgemäße Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle kann demnach eine hohe Dauerhaftigkeit bewahren, unter Aufrechterhaltung einer hohen Energieerzeugungsleistung der Brennstoffzelleneinrichtung, und kann erhöhte Herstellungskosten vermeiden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele in Verbindung mit der beigelegten zeichnerischen Darstellung noch ausführlicher beschrieben.

In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 einen Gesamtlängsschnitt einer Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 einen Querschnitt entlang der Linie 11-11 von Fig.

1;  
Fig. 3 einen Querschnitt entlang der Linie III-III von Fig. 1;

Fig. 4 eine erläuternde Darstellung zu den Brennstoffzellensystemausgestaltungen in Einklang mit dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel;

Fig. 5 einen Gesamtlängsschnitt mit den wichtigsten Teilen der Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle gemäß der zweiten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 6 einen Querschnitt entlang der Linie VI-VI in Fig. 5; und

Fig. 7 einen Querschnitt entlang der Linie VII-VII in Fig. 5.

Im folgenden werden die erste und die zweite Ausführungsform der Erfindung, welche die erfindungsgemäße Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle verkörpern, unter Bezugnahme auf die beigelegte zeichnerische Darstellung beschrieben.

Bei der Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle gemäß einer ersten Ausführungsform ist, wie in Fig. 1 gezeigt, ein mittleres Gehäuse 20 mit einem vorderen Gehäuse 10 verbunden, und mit dem hinteren Ende des mittleren Gehäuses 20 ist ein zylindrisches Gehäuse 30 verbunden. Mit dem hinteren Ende des Gehäuses 30 ist ein hinteres Gehäuse 40 verbunden.

Eine Luftansaugöffnung 11, die gegen die Atmosphäre hin offen ist, ist in der Seitenfläche des vorderen Gehäuses 10 in radialer Richtung ausgeführt. Eine Luftauslaßöffnung 12 ist am vorderen Ende des mittleren Bereichs des vorderen Gehäuses 10 in axialer Richtung ausgeführt. Mit der Luftauslaßöffnung 12 ist eine Luftzuleitung 12a verbunden, die Verbindung mit der Zuführungsseite für ein sauerstoffhaltiges Gas der Brennstoffzelle F hat. Ein erstes ortsfestes Spiralelement 13 ist in dem vorderen Gehäuse 10 so ausgeführt, daß es in axialer Richtung nach hinten vorspringt.

Eine weitere Luftauslaßöffnung 21, die zur Atmosphäre hin offen ist, ist in der Seitenfläche des mittleren Gehäuses 20 in radialer Richtung ausgeführt; ferner ist eine Lufteinführungsöffnung 22 vorgesehen. Mit der Lufteinführungsöffnung 22 verbunden ist eine Luftaustrittsleitung 22a, die mit der Abgasaustrittsseite der Brennstoffzelle F Verbindung hat. Ein zweites ortsfestes Spiralelement 23 ist so ausgeführt, daß es in dem mittleren Gehäuse 20 in axialer Richtung nach vorne vorspringt.

In sandwichartiger Anordnung zwischen dem vorderen Gehäuse 10 und dem mittleren Gehäuse 20 – deren jeweilige Ausführung dem im vorstehenden beschriebenen entspricht – ist eine Seitenplatte 53 vorgesehen. Diese Seitenplatte 53 weist ein erstes bewegliches Spiralelement 51 auf, welches in axialer Richtung nach vorne vorspringt, und ein zweites bewegliches Spiralelement 52, welches in axialer Richtung nach hinten vorspringt. Das erste bewegliche Spiralelement 51 der Seitenplatte 53 greift in das erste ortsfeste Spiralele-

ment 13 des vorderen Gehäuses 10 ein, wie in Fig. 2 abgebildet. Das zweite bewegliche Spiralelement 52 der Seitenplatte 53 greift in das zweite ortsfeste Spiralelement 23 des mittleren Gehäuses 20 ein, wie in Fig. 3 dargestellt.

Zwischen dem vorderen Gehäuse 10, dem mittleren Gehäuse 20 und der Seitenplatte 53 ist ein Mechanismus 60 zur Rotationsverhinderung angeordnet. In der Mitte der Seitenplatte 53 ist ein Vorsprung 50 in der Weise vorgesehen, daß er in axialer Richtung sowohl nach vorne wie auch nach hinten vorspringt. Eine Antriebswelle 70 ist durch das mittlere Gehäuse 20 und das hintere Gehäuse 40 über Lager 31 und 32 innerhalb des Gehäuses 30 drehbar gelagert. In dem Gehäuse 30 befindet sich ein Motor M, einschließlich der Antriebswelle 70. Ein Kurbelzapfen 70a ragt exzentrisch zur Achse vom vorderen Ende der Antriebswelle 70 vor und ist über ein Lager 33 drehbar in dem Vorsprung 50 der Seitenplatte 53 gefügt.

Eine sichelförmige Kompressionskammer 14 wird von dem vorderen Gehäuse 10 und der Seitenplatte 53 eingeschlossen und definiert, wie in Fig. 2 gezeigt, und diese Elemente bilden zusammen einen Kompressionsmechanismus-Teil C vom Spiraltyp. Wie in Fig. 1 abgebildet, wird die Luftansaugöffnung 11 mit der Kompressionskammer 14 verbunden, die noch nicht abgeschlossen ist. Die Luftauslaßöffnung 12 wird mit der Kompressionskammer 14 verbunden, die abgeschlossen ist, wenn der Kompressionsvorgang beendet ist. Wie in Fig. 3 gezeigt, wird eine sichelförmige Regenerativkammer 24 von dem mittleren Gehäuse 20 und der Seitenplatte 53 eingeschlossen und definiert, und diese Elemente bilden zusammen einen Regenerativmechanismus-Teil E vom Spiraltyp. Die Luftauslaßöffnung 21 wird mit der Regenerativkammer 24 verbunden, die nicht abgeschlossen ist, nachdem der abschließende Expansionsvorgang beendet ist. Die Lufteinführungsöffnung 22 wird mit der geschlossenen Regenerativkammer 24 verbunden, die das kleinste Volumen hat.

Bei der Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle in der im vorstehenden beschriebenen, in Fig. 1 gezeigten konstruktiven Ausgestaltung wird, wenn die Antriebswelle 70 von dem Motor M Antrieb erhält, nur die Seitenplatte 53 in Umlauf versetzt, wobei ihre Rotation durch den Rotationsverhinderungsmechanismus 60 begrenzt wird. Das Volumen der Kompressionskammer 14 des Kompressionsmechanismus-Teils C wird allmählich kleiner, und Luft aus der Atmosphäre wird über die Luftansaugöffnung 11 in die Kompressionskammer 14 gesaugt. Nachdem die Luft in der Kompressionskammer 14 auf einen höheren Druck verdichtet wurde, wird die Luft durch die Luftauslaßöffnung 12 über die Luftzuleitung 12a der Brennstoffzelle F zugeführt. In der Brennstoffzelle F wird in der Luft enthaltener Sauerstoff verzehrt, und die in Form eines Abgases G verbleibende Luft gelangt über die Luftaustrittsleitung 22a durch die Lufteinführungsöffnung 22 in die Regenerativkammer 24 des Regenerativmechanismus-Teils E.

Das in die Regenerativkammer 24 eingeführte Abgas expandiert parallel zu dem oben beschriebenen Vorgang. Das Volumen der Regenerativkammer 24 muß sich also allmählich vergrößern. Der größte Teil des Abgases in der Regenerativkammer 24 dehnt sich bis auf das Niveau des Atmosphärendrucks aus und wird über die Luftauslaßöffnung 21 in die Atmosphäre entlassen. Die hierbei frei werdende Energie unterstützt die Kraft des Motors M zum Antrieb des Kompressionsmechanismus-Teils C.

Die Kompressionskammer 14 und die Regenerativkammer 24 der Verdichter-Regenerator-Kombination für diese Brennstoffzelle bilden mit der Brennstoffzelle F das Brennstoffzellensystem wie in Fig. 4 gezeigt. Die in der Kompressionskammer 14 eingeschlossene Luft wird auf einen vorbe-

stimmten Druck verdichtet und dann in die Brennstoffzelle F eingespeist. Nachdem der Sauerstoff in der Luft mit dem Wasserstoff reagiert hat und in der Brennstoffzelle verzehrt wurde, gelangt die Luft, die nun den um den Druckverlust verminderten Druck  $P_2$  besitzt, in die Regenerativkammer 24. Das Abgas (die Abluft) dehnt sich im Inneren der Regenerativkammer 24 auf das Niveau des Atmosphärendrucks aus, d. h. auf einen Druck  $P_1$ , und wird anschließend in die Atmosphäre entweichen gelassen. Hierbei bestimmen sich der Druck  $P_1$  (MPa) durch den Kompressionsmechanismus-Teil C definierten, geschlossenen Kompressionskammer 14 und der Druck  $P_2$  (MPa) durch den Regenerativmechanismus-Teil E definierten, geschlossenen Regenerativkammer 24 durch die folgende Beziehung:

$$P_2 = (A/B) (T_2/T_1) \cdot \eta_{VA} \cdot \eta_{VB} \cdot P_1 \dots (1)$$

worin A (cm<sup>3</sup>) das Volumen der Kompressionskammer 14 des Kompressionsmechanismus-Teils C bezeichnet,  $T_1$  (K) ihre Temperatur ist,  $\eta_{VA}$  ihr volumetrischer Wirkungsgrad ist, worin B (cm<sup>3</sup>) das Volumen der Regenerativkammer 24 des Regenerativmechanismus-Teils E bezeichnet,  $T_2$  (K) ihre Temperatur und  $\eta_{VB}$  ihr volumetrischer Wirkungsgrad ist. Diese Gleichung (1) kann geändert werden in die folgende Gleichung (2):

$$(A/B) = (P_2/P_1) \cdot (T_1/T_2) / (\eta_{VA} \cdot \eta_{VB}) \dots (2)$$

Unter der Annahme, daß keine Leckage der das sauerstoffhaltige Gas bildenden Luft K in dem Kompressionsmechanismus-Teil C und in dem Regenerativmechanismus-Teil E vorhanden ist, gilt:

$$\eta_{VA} = \eta_{VB} = 1$$

Da die Kompressionskammer 14 zunächst Luft K bei Atmosphärendruck durch den Kompressionsmechanismus-Teil C einschließt, beträgt der Druck  $P_1$  der Kompressionskammer 14 1 atm, d. h.

$$P_1 = 0,1 \text{ (MPa)}$$

Da weiter die Regenerativkammer 24 zunächst das aus der Brennstoffzelle F abgehende Abgas durch den Regenerativmechanismus-Teil E einschließt, sollte der Druck  $P_2$  der Regenerativkammer 24 gleich dem Druck im Inneren der Brennstoffzelle F sein. Die untere Grenze des Drucks  $P_2$  der Regenerativkammer 24 wird daher auf den Druck festgesetzt, bei dem die Brennstoffzelle F in hinreichender Weise Energie erzeugen kann, und die obere Grenze wird auf den Druck festgesetzt, bei dem die Dauerhaftigkeit der Brennstoffzelle F ihre Grenzen erreicht. Das Resultat eines von den betreffenden Erfindern durchgeführten Versuchs zeigte, daß der Bereich dieses Drucks wie folgt ist:

$$P_2 = 0,15 \text{ bis } 0,3 \text{ (MPa)}$$

Die Ansauglufttemperatur des Verdichters wird mit 20 bis 80°C angenommen, d. h.

$$T_1 = 293 \text{ bis } 353 \text{ (K)}$$

Das in der Regenerativkammer 24 eingeschlossene Abgas wird durch den Regenerativmechanismus-Teil E expandiert und kühlt ab. Es sei hierbei angenommen, daß die obere Grenztemperatur, die der Regenerativmechanismus-Teil E zu kühlen vermag, 80°C betrage

$$T_2 = 353 \text{ (K)}$$

Auf diese Weise werden  $\eta_{VA}$ ,  $\eta_{VB}$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $T_1$  und  $T_2$  bestimmt und in die Gleichung (2) eingesetzt. Daraus ergibt sich das Verhältnis des Volumens der Kompressionskammer 14 zu dem Volumen der Regenerativkammer 24 wie folgt:

$$(A/B) = 1,25 \text{ bis } 3$$

Wenn das Volumen A der Kompressionskammer 14 und das Volumen B der Regenerativkammer 24 auf der Basis des Volumenverhältnisses innerhalb dieses Bereichs gesetzt werden, so wird die Differenz zwischen dem Druck des Brennstoffs und dem Druck der Luft K in der Verdichter-Regenerator-Kombination gemäß der ersten Ausführungsform klein. Weil auf die Elektrolytschicht in der Brennstoffzelle F keine große Last wirkt, erfährt die Elektrolytschicht der Brennstoffzelle F keine Schädigung. Hierbei wird der Druck der Luft K nicht übermäßig gesenkt, so daß es möglich wird, der Brennstoffzelle F eine ausreichende Menge an Sauerstoff zuzuführen und eine hohe Energieerzeugungsleistung des Brennstoffzellensystems aufrechtzuerhalten.

Die Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle reguliert den Druck der Luft K, ohne den Druck des Brennstoffs regulieren zu müssen, was eine Anordnung großer Abmessungen verlangen würde. Die Brennstoffzelleneinrichtung kann deshalb mit geringeren Kosten hergestellt werden.

Die Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle ermöglicht es dem Brennstoffzellensystem, eine lange Haltbarkeit zu zeigen, unter Aufrechterhaltung einer hohen Energieerzeugungsleistung, und kann erhöhte Fertigungskosten vermeiden.

Bei der Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle unterstützt die von dem Regenerativmechanismus-Teil E erzeugte Energie die Kraft zum Antrieb des Kompressionsmechanismus-Teils C. Dadurch kann die Energie des Regenerativmechanismus-Teils E sinnvoll genutzt werden, und die Antriebskraft des Kompressionsmechanismus-Teils C kann durch die Rückgewinnung von Restenergie aus dem Abgas der Brennstoffzelle F unterstützt werden. Auf diesem Wege kann der mechanische Wirkungsgrad weiter verbessert werden. Hinzu kommt, daß, indem der Kompressionsmechanismus-Teil C und der Regenerativmechanismus-Teil E ihren Antrieb von derselben Antriebswelle 70 erhalten, der Aufbau vereinfacht und die Herstellungskosten reduziert werden.

Dadurch, daß bei dieser Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle sowohl der Kompressionsmechanismus-Teil C als auch der Regenerativmechanismus-Teil E vom Spiraltyp sind, können geräuscharmer Lauf und geringes Gewicht erzielt werden. Der Spiral-Kompressionsmechanismus-Teil C und der Spiral-Regenerativmechanismus-Teil E dieser Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle sind so vorgesehen, daß sie die Seitenplatte 53 mit dem ersten und zweiten beweglichen Spiralelement 51 und 52, welche von der Seitenplatte 53 vorspringen, gemeinsam benutzen. Dies ermöglicht einen deutlich vereinfachten Aufbau und geringere Herstellungskosten. Die Gesamtlänge in axialer Richtung, unter Einbezug der Welle des Motors M, kann kürzer ausfallen und ausgezeichnete Montierbarkeit an das Fahrzeug erzielt werden.

Bei der Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung ist ein mittleres Gehäuse 25 mit einem vorderen Gehäuse 15 verbunden, und mit dem hinteren Ende des mittleren Gehäuses 25 ist ein zylindrisches Gehäuse 35 verbunden, wie in Fig. 5 abgebildet. Mit dem hinteren Ende des

Gehäuses 35 ist ein hinteres Gehäuse 45 verbunden. Zwischen dem vorderen Gehäuse 15 und dem mittleren Gehäuse 25 ist eine Trennplatte 55 angeordnet. Eine Antriebswelle 36 ist durch das vordere Gehäuse 15, das mittlere Gehäuse 25 und das hintere Gehäuse 45 über Lager 18, 28 und 46 drehbar gelagert.

Eine Luftansaugöffnung 16, die gegen die Atmosphäre hin offen ist, ist in der Seitenfläche des vorderen Gehäuses 15 in radialer Richtung ausgeführt; ferner ist eine Luftauslaßöffnung 17 vorgesehen. Eine Luftzuleitung 17a, die mit der Zuführungsseite für ein sauerstoffhaltiges Gas der Brennstoffzelle F verbunden ist, ist mit der Luftauslaßöffnung 17 verbunden.

Das vordere Gehäuse 15 nimmt in seinem mittleren Bereich einen Zylinderblock 66 auf, der eine elliptische Rotorkammer 65 definiert, wie in Fig. 6 gezeigt. In dieser Rotorkammer 65 ist ein erster Rotor 81, der eine runde Querschnittsgestalt besitzt und an der Antriebswelle 36 befestigt ist, drehbar angeordnet. Eine Mehrzahl von ersten Flügeln oder Schiebern 80 sind so an der Außenumfangsfläche des ersten Rotors 81 angeordnet, daß sie in radialer Richtung überstehen können. Der Zylinderblock 66, der erste Rotor 81 und jeweils zwei erste Schieber 80 definieren so eine Kompressionskammer 69 im Inneren der Rotorkammer 65.

In dem Zylinderblock 66 ist eine Luftansaugkammer 75 definiert, die mit der Luftansaugöffnung 16 in Verbindung steht, wie in Fig. 5 dargestellt. Die Luftansaugkammer 75 wird mit der Kompressionskammer 69 über eine Ansaugöffnung 76 verbunden, wie in Fig. 6 gezeigt. In ähnlicher Weise ist eine Luftauslaßkammer 77, die mit der Luftauslaßöffnung 17 in Verbindung steht, im Inneren des Zylinderblocks 66 vorgesehen. Die Luftauslaßkammer 77 wird mit der Kompressionskammer 69 über eine Auslaßöffnung 78 verbunden, wie in Fig. 6 gezeigt. In der Luftauslaßkammer 77 ist ein Auslaß-Zungenventil 82 angeordnet, welches die Auslaßöffnung 78 schließt, und außerhalb des Auslaß-Zungenventils 82 befindet sich ein Begrenzer 79. Ein Kompressionsmechanismus-Teil C ist in dem Raum ausgebildet, welcher durch das vordere Gehäuse 15 und die Trennplatte 55 definiert ist.

Ferner ist eine Luftauslaßöffnung 26, die zur Atmosphäre hin offen ist, in der Seitenfläche des mittleren Gehäuses 25 in radialer Richtung ausgeführt, wie in Fig. 5 abgebildet; des weiteren ist eine Lufteinführungsöffnung 27 vorgesehen. Mit der Lufteinführungsöffnung 27 ist eine Luftaustrittsleitung 27a verbunden, die an die Abgas-Austrittsseite der Brennstoffzelle F angeschlossen ist.

In dem mittleren Gehäuse 25 ist ebenfalls einen Zylinderblock, mit 66' bezeichnet, aufgenommen, der eine elliptische Rotorkammer 65' definiert, wie in Fig. 7 gezeigt. Auch diese Rotorkammer 65' weist in ihrem Inneren drehbar angeordnet einen zweiten Rotor auf, mit 81' bezeichnet, der eine runde Querschnittsgestalt aufweist und mit der Antriebswelle 36 verbunden ist. Ferner sind auch hier mehrere zweite Flügel oder Schieber 80' an der Außenumfangsfläche des zweiten Rotors 81' so angeordnet, daß sie in radialer Richtung überstehen können. In der Rotorkammer 65' ist eine Regenerativkammer 69' gebildet, die von dem Zylinderblock 66', dem zweiten Rotor 81' und jeweils zwei zweiten Schiebern 80' umschlossen ist.

In dem Zylinderblock 66' ist eine Luftzuführungskammer 77' definiert, die mit der Lufteinführungsöffnung 27 verbunden ist, wie in Fig. 5 gezeigt. Die Luftzuführungskammer 77' wird mit der Regenerativkammer 69' über eine Ansaugöffnung 78' verbunden, wie in Fig. 7 dargestellt. In ähnlicher Weise ist eine Luftauslaßkammer 75', die mit der Luftauslaßöffnung 26 in Verbindung steht, in dem Zylinderblock 66' ausgeführt, wie in Fig. 5 gezeigt. Die Luftauslaßkammer 75'

wird mit der Regenerativkammer 69' über eine Auslaßöffnung 76' verbunden, wie in Fig. 7 gezeigt. Auf diese Weise entsteht ein Regenerativmechanismus-Teil E in dem Raum, der durch das mittlere Gehäuse 25 und die Trennplatte 55 definiert ist.

Ein Motor M, einschließlich der Antriebswelle 36, ist in dem Gehäuse 35 untergebracht, wie in Fig. 5 dargestellt.

Wenn die Antriebswelle 36 von dem Motor M Antrieb erhält, werden bei der nach dem Schieberprinzip arbeitenden Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle, die den im vorstehenden beschriebenen Aufbau aufweist, der erste Rotor 81 und der zweite Rotor 81' in Rotation versetzt. Das Volumen der Kompressionskammer des Kompressionsmechanismus-Teils C verkleinert sich allmählich. Luft aus der Atmosphäre wird über die Luftansaugöffnung 16 durch die Luftansaugkammer 75 in die Kompressionskammer 69 gesaugt und in der Kompressionskammer 69 auf einen höheren Druck verdichtet. Im Anschluß daran gelangt die Luft von der Luftauslaßkammer 77 zu der Brennstoffzelle F, wobei sie die Luftauslaßöffnung 17 und dann die Luftzuleitung 17a passiert. In der Brennstoffzelle F wird in der Luft enthaltener Sauerstoff verzehrt, und die als Abgas verbleibende Luft gelangt über die Luftaustrittsleitung 27a durch die Lufteinführungsöffnung 27 in die Regenerativkammer 69' des Regenerativmechanismus-Teils E.

Das in die Regenerativkammer 69' eingebrachte Abgas expandiert parallel zu dem oben beschriebenen Vorgang, mit dem Ergebnis, daß sich das Volumen der Regenerativkammer 69' allmählich vergrößert. Das Abgas in der Regenerativkammer 69' dehnt sich auf das Niveau des Atmosphärendrucks aus und wird aus der Luftauslaßkammer 75' über die Luftauslaßöffnung 26 in die Atmosphäre entlassen. Wie bei der ersten Ausführungsform unterstützt die hierbei frei werdende Energie die Kraft des Motors M zum Antrieb des Kompressionsmechanismus-Teils C.

Wenn das Volumenverhältnis zwischen der Kompressionskammer 69 und der Regenerativkammer 69' der Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle gemäß der vorliegenden Ausführungsform gleich dem der ersten Ausführungsform ist, so zeigt diese Ausführungsform die gleiche Funktion und Wirkung wie die erste Ausführungsform.

Bei der Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle in Einklang mit der vorliegenden Ausführungsform sind sowohl der Kompressionsmechanismus-Teil C wie auch der Regenerativmechanismus-Teil E vom Schieber-Typ. Sie zeigt daher ausgezeichnete Geräuscharmheit, wenngleich der Grad an Geräuscharmheit etwas schlechter ist als der der ersten Ausführungsform. Da bei der Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle der erste Rotor 81 und der zweite Rotor 81' identisch ausgeführt sind, ermöglicht es diese Ausführungsform, die Herstellungskosten zu senken.

Es sei angemerkt, daß bei der erfindungsgemäßen Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle das Volumenverhältnis zwischen Kompressionskammer und Regenerativkammer innerhalb des spezifischen Bereichs angesiedelt sein muß. Der Kompressionsmechanismus-Teil und der Regenerativmechanismus-Teil sind deshalb auf den Verdränger-Typ beschränkt. Bei dem Kompressionsmechanismus-Teil und Regenerativmechanismus-Teil vom Verdränger-Typ kann es sich zum Beispiel um einen nach dem Spiralprinzip, dem Flügel- oder Schieberprinzip, dem Schraubenprinzip oder Kolbenprinzip arbeitenden handeln.

Die Erfindung wurde anhand spezifischer, beispielhaft ausgewählter Ausführungsformen beschrieben; es versteht sich, daß für den Fachmann zahlreiche Modifikationen möglich sind, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen.

1. Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle, umfassend:  
einen Kompressionsmechanismus-Teil vom Verdränger- 5  
Typ, der mit einer Zuführungsseite für sauerstoffhaltiges Gas einer Brennstoffzelle verbunden ist; und  
einen Regenerativmechanismus-Teil vom Verdränger-  
typ, der mit einer Abgasabführungsseite der Brennstoffzelle verbunden ist; 10  
wobei eine geschlossene Kompressionskammer, definiert durch den Kompressionsmechanismus-Teil, und eine geschlossene Regenerativkammer, definiert durch den Regenerativmechanismus-Teil, ein Volumenverhältnis von 1,25 bis 3 aufweisen. 15
2. Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle nach Anspruch 1, bei der die von dem Regenerativmechanismus-Teil erzeugte Energie die Kraft zum Antrieb des Kompressionsmechanismus-Teils unterstützt. 20
3. Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle nach Anspruch 2, bei der der Kompressionsmechanismus-Teil und der Regenerativmechanismus-Teil von derselben Antriebswelle angetrieben werden. 25
4. Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle nach Anspruch 3, bei der der Kompressionsmechanismus-Teil und/oder der Regenerativmechanismus-Teil vom Spiral-Typ sind bzw. ist.
5. Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle nach Anspruch 4, bei der der Kompressionsmechanismus-Teil umfaßt: ein Gehäuse, eine der Flächen einer Seitenplatte, welche zu einer Umlaufbewegung um die Antriebswelle veranlaßt wird, und ein erstes Spiralelement, welches an der einen Fläche so 35 vorgesehen ist, daß es von dieser aus vorspringt, und bei der der Regenerativmechanismus-Teil umfaßt: ein Gehäuse, die andere Fläche der Seitenplatte und ein zweites Spiralelement, welches an der anderen Fläche so vorgesehen ist, daß es von dieser aus vorspringt. 40
6. Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle nach Anspruch 3, bei der der Kompressionsmechanismus-Teil und/oder der Regenerativmechanismus-Teil vom Schieber-Typ sind bzw. ist.
7. Verdichter-Regenerator-Kombination für eine Brennstoffzelle nach Anspruch 6, bei der der Kompressionsmechanismus-Teil umfaßt: ein Gehäuse, einen ersten Rotor, welcher von einer Antriebswelle zu einer Drehbewegung angetrieben wird, und erste Schieber, welche befähigt sind, in radialer Richtung über den ersten Rotor vorzustehen, und bei der der Regenerativmechanismus-Teil umfaßt: ein Gehäuse, einen zweiten Rotor, welcher sich coaxial mit dem ersten Rotor dreht, und zweite Schieber, welche befähigt sind, in radialer Richtung über den zweiten Rotor vorzustehen. 55

---

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

---

60

65

Fig.1

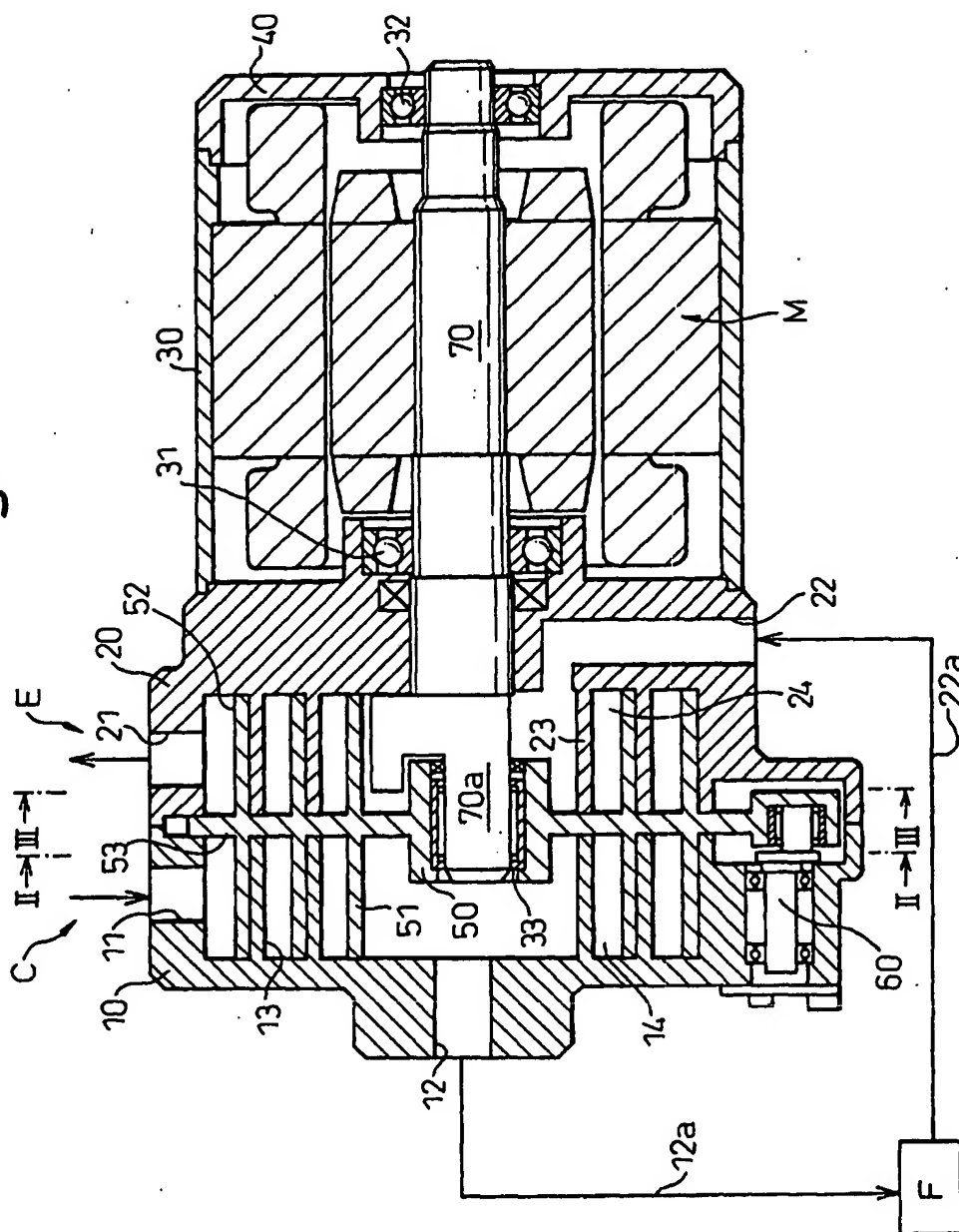


Fig.2

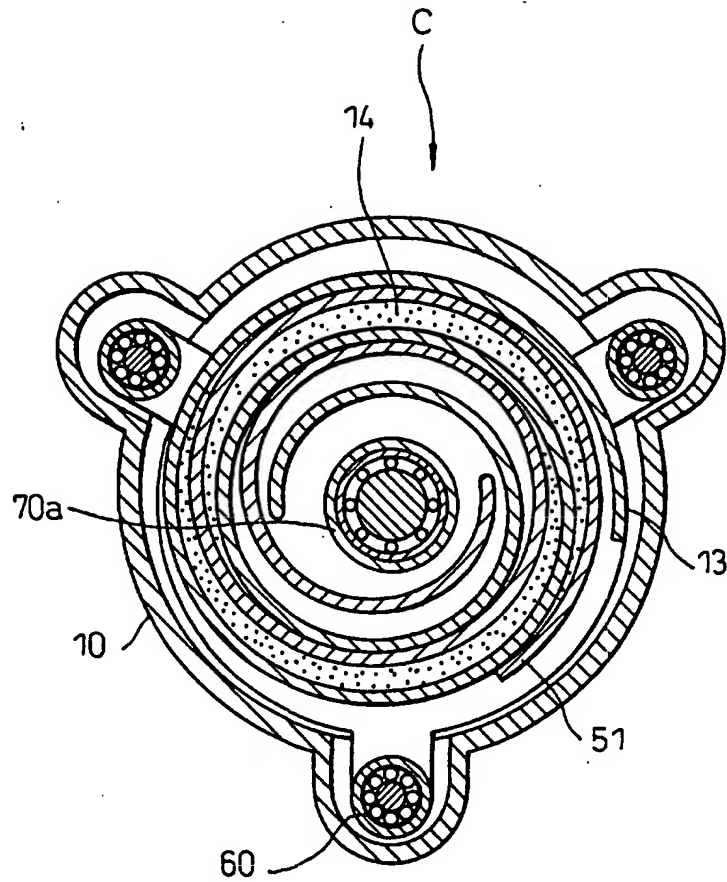




Fig.3

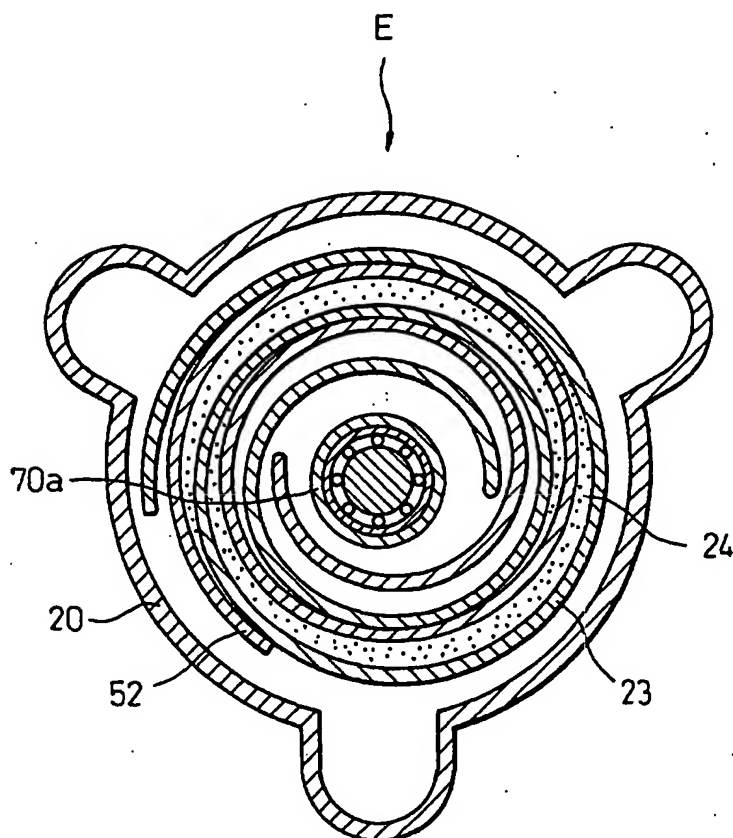
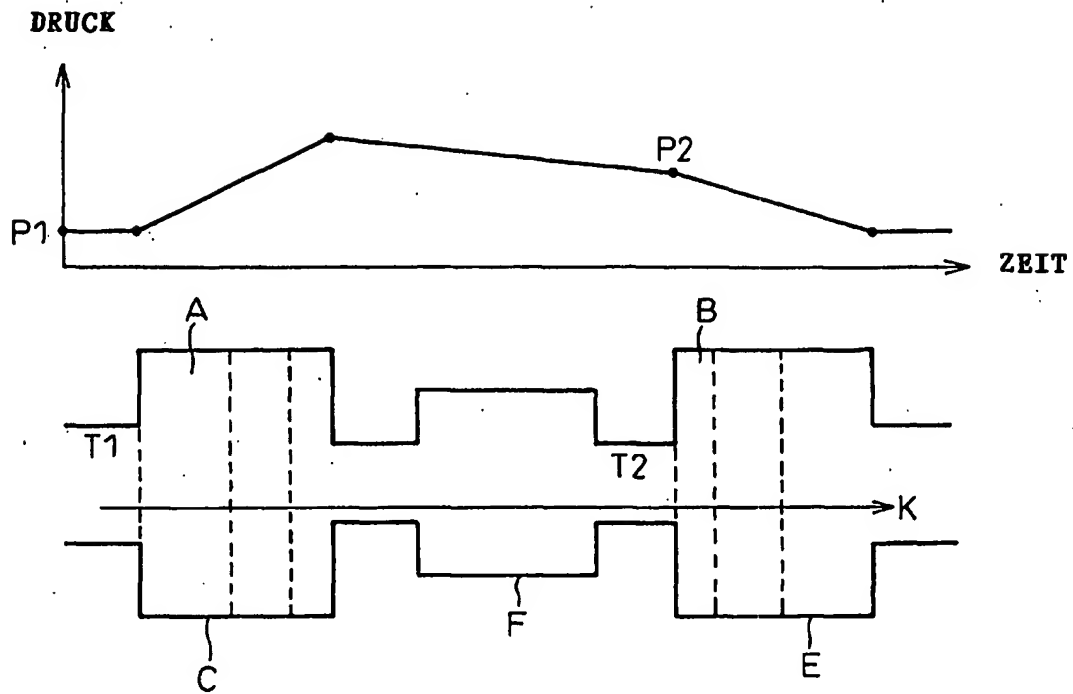


Fig.4



உ. ரு. ம.

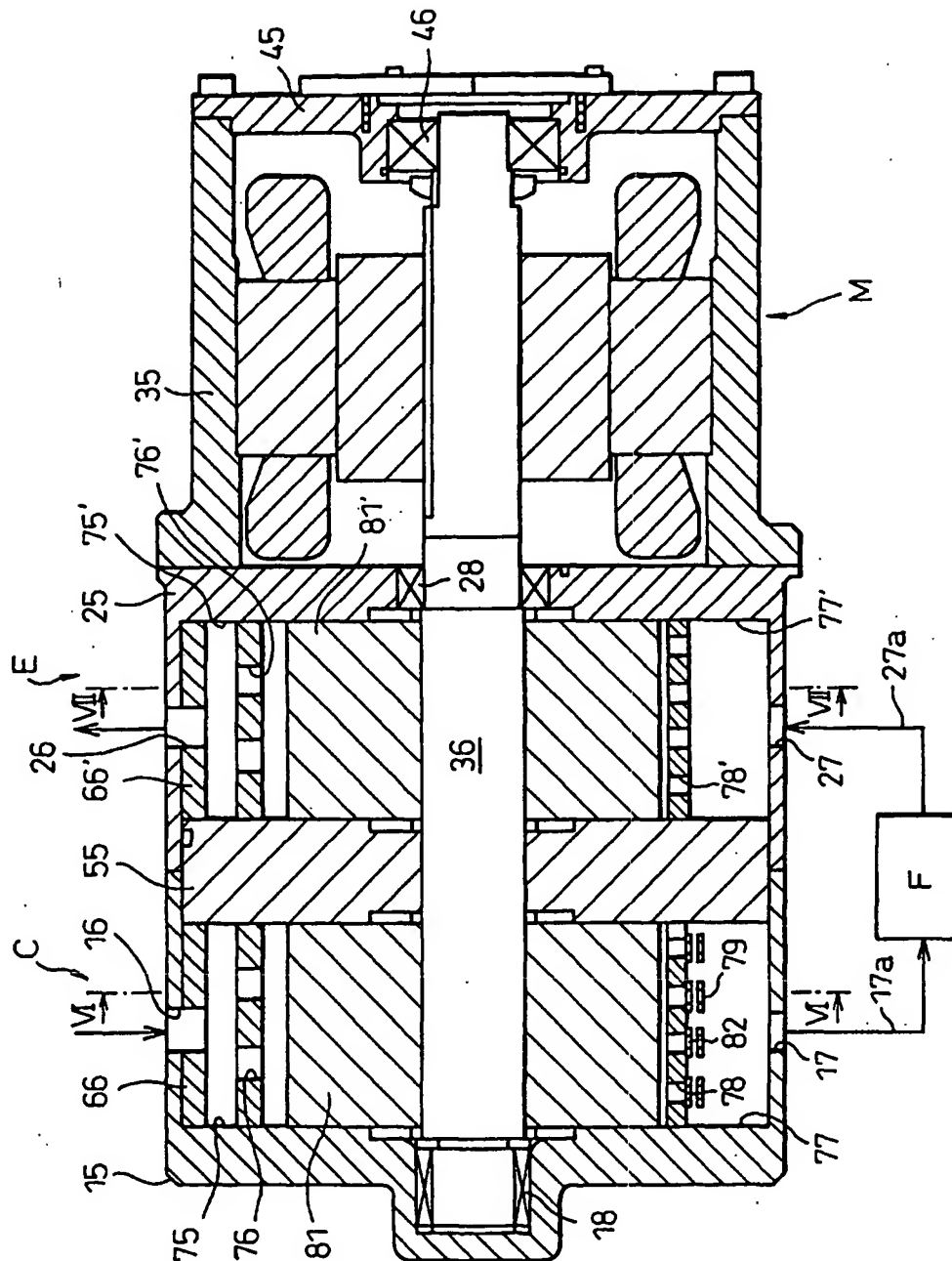


Fig.6

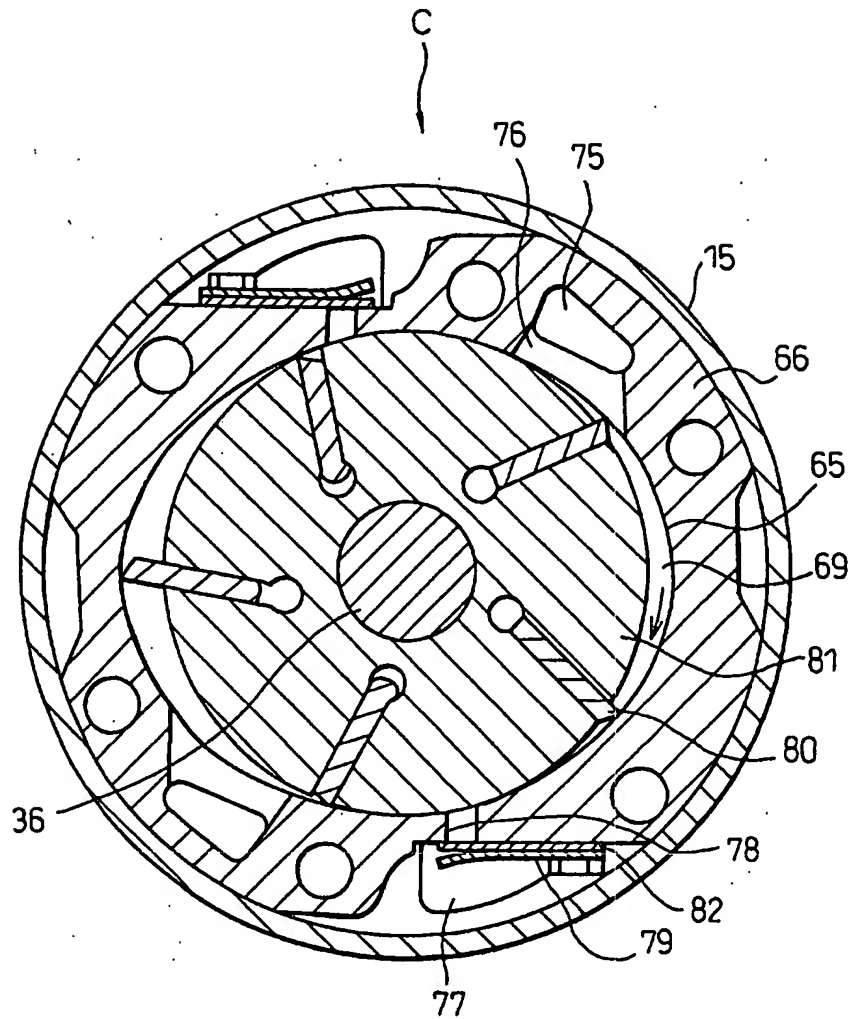
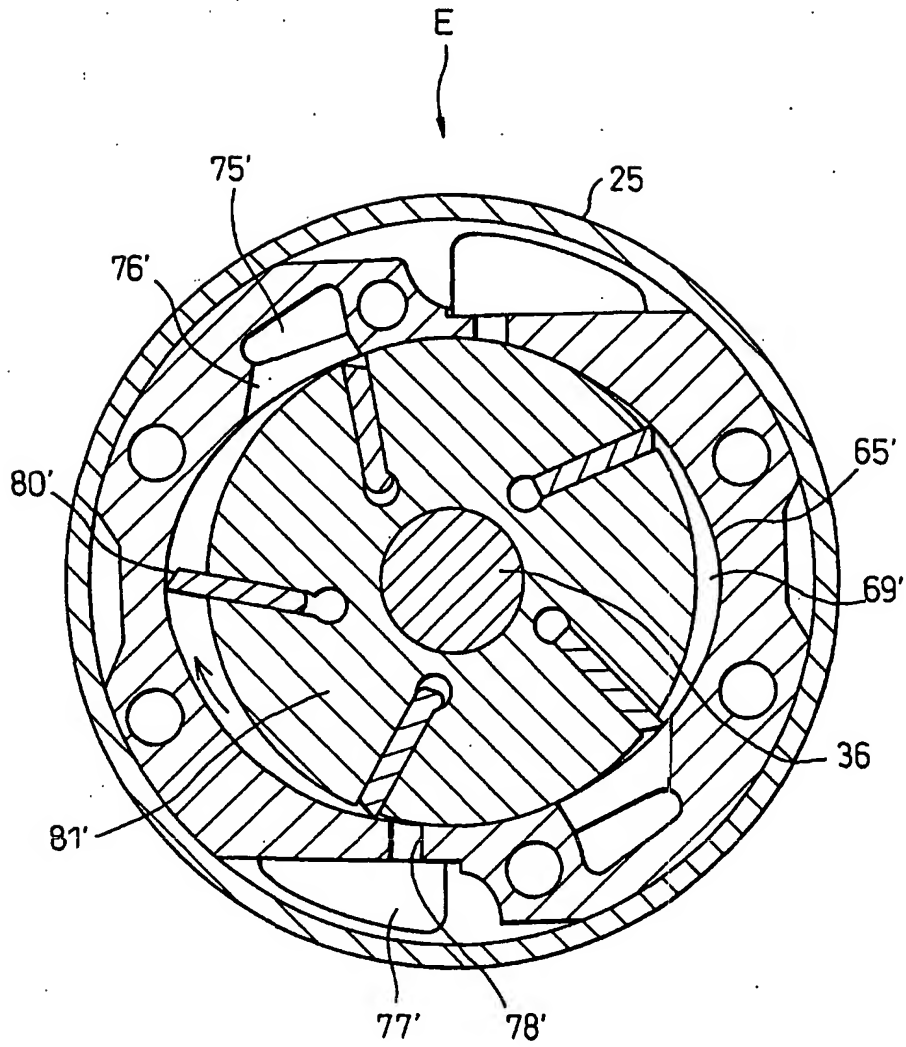


Fig.7



# Compressor-regenerator combination for fuel cell has displacement compression and regenerative mechanism parts connected to fuel cell delivery and gas output sides respectively

**Patent number:** DE10040977  
**Publication date:** 2001-04-05  
**Inventor:** MORI HIDEFUMI (JP); BAN TAKASHI (JP); KAWAGUCHI RYUTA (JP)  
**Applicant:** TOYODA AUTOMATIC LOOM WORKS (JP)  
**Classification:**  
- **International:** H01M8/02  
- **European:** F01C1/02B2B; F01C11/00B2; H01M8/04C2  
**Application number:** DE20001040977 20000822  
**Priority number(s):** JP19990274139 19990928

Also published as:

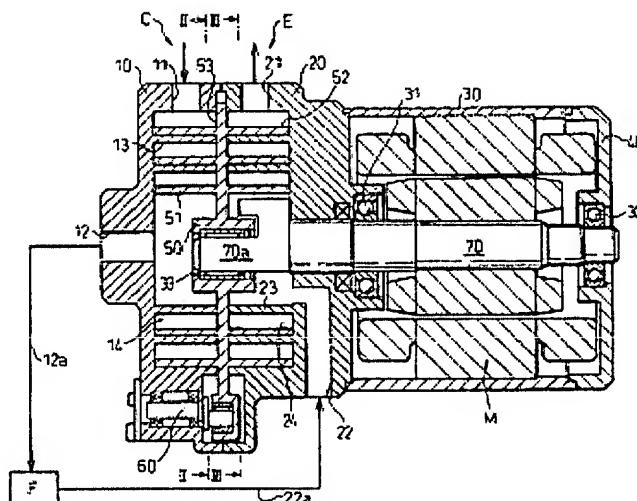


US6506512 (B1)  
CA2314704 (A1)

[Report a data error here](#)

## Abstract of DE10040977

The compressor-regenerator combination has a displacement type compression mechanism part (C) connected to a delivery side for fuel cell (F) gas containing oxygen and a displacement type regenerative mechanism part (E) connected to the gas output side of the fuel cell. A closed compression chamber (14) and a closed regenerative chamber (24) have a vol. ratio of 1.25 to 3.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☒ OTHER: small text

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**